

焼酎廃液のメタン発酵に関する研究

宮崎大学工学部 0 号 増村 順一 カミニ・ティ サナヤク
正 渡辺 義公 正 増田 純雄

1 はじめに

現在、宮崎県内には、焼酎工場がおよそ50工場ほどあり、その生産額は100億円にも達し、最近の焼酎ブームなどにより、生産量も増大の一途をたどっている。それにともない、高濃度の蒸留廃液量も増大している。焼酎工場では、芋洗水、炊米排水、機械洗浄排水などの比較的低濃度の一般廃水と焼酎の蒸留廃液が出る。前者の廃水は、凝集沈殿や活性汚泥法などにより処理されている。しかし、後者は適切な処理方法がないため、自家所有の農地に還元したり、近くの農家に家畜の飼料として配布したりしている。農地還元では、土壌が酸性化したり悪臭を放ったりして現行の処分方式にも限界がきており、根本的処分法の確立が望まれている。筆者らは、焼酎廃液の処理処分として、①液中の固形成分を酵素により可溶化し、メタン発酵処理する方法、②酵素系の凝集剤を用いて、廃液を固液分離し、固形成分は飼料化し、液成分をメタン発酵処理する方法について検討している。本研究は、前者についての基礎的研究の一部について報告する。

2 実験装置と実験方法

(1) 実験装置 嫌気性回転円板消化装置は、図-1に示すように、密閉型槽内の水平軸に一連の円板を取り付けたものである。円板体の軸は、直径1cmのステンレス製で、それに、円板直径16cm円板厚0.5cmのアクリル製で円板間隔を1cmとして、計10枚取り付けてある。全円板表面積は0.43㎡、円板槽全容積は6.5ℓ、水温を一定に維持するため、槽下部にヒーターヒースモスタットを設けた。全水没円板槽の上部は一時ガス貯留室となり、中央上部にガス抜き孔を持ち水上置換法により発生ガス量を計量する。実験は、装置2台を用い、2段1系列とした。1段目で主に酸生成を、2段目で主にメタン発酵を行なった。

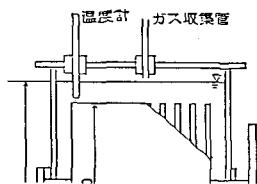


表-1 焼酎廃液の水質

水質項目	芋焼酎廃液	麦焼酎廃液
PH	4.5~4.7	4.3~4.6
TOC	15000	16000
TN		2600
P		330
SS	57000	61000
VSS	53000	59000

(2) 実験方法 存水とした芋焼酎廃液と麦焼酎廃液の水質を表-1

に示す。槽内水温は、中温消化の方式を維持した。実験装置の円板回転数は16rpmとした。生物膜を形成させるために、宮崎市終末汚水処理場に実験装置を設置し、消化汚泥を投入し、都市下水を基質とし、約6週間培養した。その後、生物膜が形成されたことを確認し、装置を実験室に持ち帰った。存液を10倍に希釈して、1段当たり3時間の滞留時間で運転した。また、10倍に希釈しても、基質では、酸発酵が行なわれており、pHの低下が著しいので $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を用いてpHを調整した。規定

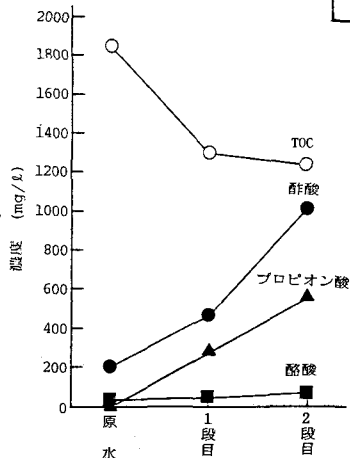


図-2 芋焼酎廃液による各段の水質変化

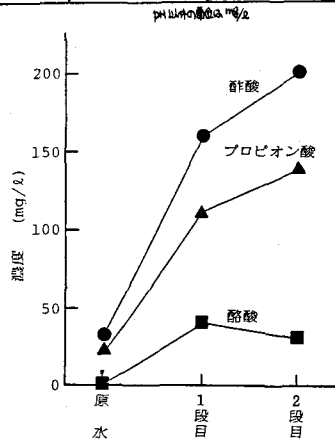


図-3 麦焼酎廃液による各段の水質変化

項目は、ガスの発生量、各段の酢酸、プロピオン酸、酪酸、TOC濃度である。又、酸類及びメタンガスの分析は、ガスクロマトグラフ式を用いて行なった。又、酵素による液中固形物の可溶化実験は、一定量の廃液中に1%の酵素溶液を投入し、30℃で培養を行った。本酵素の最適pHは5.0といわれているため、酢酸を用いて、初期pHを5.0にした。

3 結果と考察

図-2に芋焼酎廃液を基質としたときの、1段目、2段目の水質変化を示す。滞留時間は、1段目、2段目とも3時間で、ガスの組成は、1段目か、 CH_4 :34%, N_2 :16%, O_2 :0%, 2段目か、 CH_4 :32%, N_2 :15%, O_2 :0%であり、まだメタン生成菌の生育が不十分と思われる。ガス量は少量しか発生していないが、その理由として、pHの低下と滞留時間の不足が挙げられる。常時pHを調整し、滞留時間をもっと長くすれば、より多量のメタン発酵反応が期待できる。図-3に、麦焼酎廃液を基質としたときの、1段目、2段目の水質の変化を示す。滞留時間は、芋焼酎廃液と同じである。流入基質のpHを7付近に調整したが、1段、2段ともpHが4.5付近まで低下するため、NaOHを用いて両段ともpHを7に調整した。酸の生成は非常に活発であるが、メタンガスの発生は、この条件では認められなかった。この場合も滞留時間を長くし、pHをメタン菌の最適範囲にすれば、メタン発酵が活発化すると考えられる。図-4に芋焼酎廃液による回分実験結果を示す。経過時間について、廃液中の固形有機物が可溶解化しているため、TOCは経過時間とともに増加している。この回分実験では、連続流を停止しそのまま行なったので、24日目までは流入基質の影響で酢酸濃度が高いが、24日から、可溶化、酸生成、メタン生成が同時進行しているため図のような結果となった。その後、TOCの可溶化も徐々に達し、酢酸も減り始め、ガス量も増加した。このことを確かにするにはもう少し長期にわたる実験が必要である。図-5は、麦焼酎に含まれる固形物を酵素によって可溶化した実験の結果である。液中の固形物は、表-1に見られるように、93~96%が有機成分である。使用した酵素は、セルロースを分解するA酵素と、酵母菌などの細胞壁を溶かすB酵素である。TOCは経過日数につれて減っており、これは揮発性の酸が揮散したものである。さらに、写真-1は、廃液中に酵素を投入攪拌後約15分間静置したものである。この体積減少は、酵素の凝集効果によるものと思われる。この点については、今後の研究の課題としてい。

4 おわりに

本研究では、焼酎製造工場で発生する蒸留廃液からメタンガスを回収するための基礎的実験結果について報告した。本廃液は高濃度の酵母を主体とする固形物を含むために、メタン発酵を行なう以外に固形物を溶解化するか又は、固液分離して飼料化するなどの前処理が必要である。今後滞留時間の延長及び、pHの維持等に留意して研究を継続したい。最後に本研究に対して御協力と御指導をいただいた愛媛県道産品と農学部農業化学科応用微生物研究室の外山教授に衷心より謝意を表す。

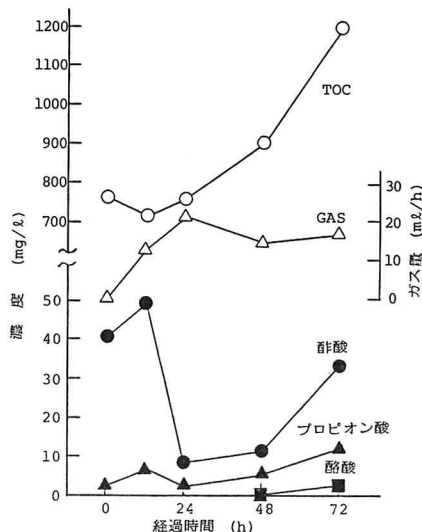


図-4 芋焼酎廃液による回分実験

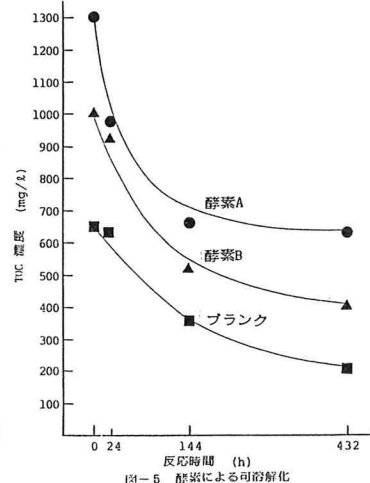


図-5 酵素による可溶解化



写真-1